# Beiträge zur Geologie und Mechanik des Westrandes der Ostalpen

Von

Otto Ampferer

korr. Mitglied d. Akad. d. Wiss.

(Vorgelegt in der Sitzung am 26. Mai 1933)

Ich konnte im Jahre 1932 in der Zeit von Ende September bis Anfang November etwa 5 Wochen auf das Studium der Ostalpengrenze zwischen Rätikon und Engadin verwenden.

In erster Linie ermöglichte dies eine Subvention der Akademie der Wissenschaften, wofür ich gerne bereit bin, meine Dankbarkeit auszudrücken und festzuhalten.

In zweiter Linie haben meine Reise in außerordentlicher Weise die Schweizer Geologen Rudolf Staub und Joos Cadisch sowie mein Freund, der Geograph Otto Lehmann, gefördert. Ihre freundschaftliche Hilfe und Aufklärung hat mir manchen Umweg und Irrtum erspart und reiche Belehrung gespendet.

Endlich sind noch das große Kartenwerk von Mittelbünden von P. Arbenz, die Karte der Piz Julier und Piz Err-Gruppe von H. P. Cornelius sowie die Karten von Oberhalbstein und Bergell von R. Staub als Führer und Helfer ersten Ranges zu erwähnen.

Ausgang und Begründung der Reise war die Neuaufnahme im Rätikon-Gebirge.

Die moderne Geologie des Rätikon-Gebirges knüpft sich an die Forschungsarbeit von W. v. Seidlitz. Derselbe hat in einer Reihe von Arbeiten nicht nur sehr viel neues Beobachtungsmaterial geliefert, sondern dasselbe auch im Sinne der Deckentheorie geordnet.

Seinen Arbeiten fehlte jedoch eine geschlossene Kartierung des ganzen Gebietes.

Das Fehlen einer solchen Karte geht aber im wesentlichen auf ein völliges Versagen der fast 20jährigen Vorarlberger Aufnahmen von M. Vacek zurück.

In diese sehr störende Lücke sprang nun zuerst D. Trümpy, dann unter Führung von H. Schardt eine Schar von jungen Schweizer Geologen ein, welche in den Jahren nach dem Kriege das Rätikon-Gebirge einer sorgfältigen Aufnahme unterwarfen. Die Ergebnisse dieser Aufnahme liegen heute in Detailarbeiten und dazugehörigen Kartenstücken i. M. 1:25.000 fertig vor.

Meine Aufgabe besteht nun in der Herausgabe der zwei Kartenblätter »Stuben« und »Bludenz« i. M. 1:75.000 im Rahmen der geologischen Spezialkarte der Republik Österreich.

Die Begehungen der Jahre 1931/32 haben nun gezeigt, daß die Karten der Schweizer Geologen im wesentlichen zutreffend und verläßlich sind. Infolgedessen bot sich mir hier die Gelegenheit, einer Reihe von neuen Fragestellungen nachzugehen, auf welche ich in der Natur etwa folgende Beantwortungen fand.

Am Südrande der Lechtaler Alpen ist ein meist schmaler Streifen von weichen, bunten Phylliten vorhanden, die mit Verrucano und Buntsandstein verschuppt und verfaltet sind.

Sie stellen eine ärmliche Vertretung der weiter östlich so mächtigen Grauwackenzone vor. In Vorarlberg gewinnt nun die Grauwackenzone in dem Moment sehr viel mehr Bedeutung, wo die Gesteine der Lechtaler Alpen bei Dalaas das Klostertal übersetzen und in die Davenna-Gruppe eintreten. Es ist dies zugleich jene Stelle, wo die ostwestliche Südgrenze der nördlichen Kalkalpen gegen SW zu abbiegt.

Von der Davenna-Gruppe lassen sich die Gesteine der Grauwackenzone bis zum Westende des Silvrettakrystallins im Rellstal verfolgen.

Dieses Westende des Krystallins hat sich im Rellstal nun als eine typische »Reliefüberschiebung« enthüllt.

Das heißt, hier wurde das Krystallin samt der Grauwackenzone und dem Buntsandstein in der Richtung von O gegen W über die tieferodierte Lechtaldecke vorgestoßen.

Während am ganzen Südrand der Lechtaler Alpen die Grenze zwischen Krystallin und Kalkalpen seiger oder überkippt verläuft, finden wir am Westende des Krystallins dieses über die gegen SW zu abgebogenen Kalkalpen vorgestoßen.

Dieser Befund ist von großer tektonischer Tragweite. Er beweist, daß das Krystallin der Ferwall-Silvretta-Gruppe eine relativ junge Bewegung von O gegen W vollzogen hat, bei welcher die ihm hier vorgelagerte Lechtaldecke bereits als »Erosionsruine« randlich überwältigt wurde.

Ein weiteres Ergebnis der Neuaufnahme im Rätikon besteht in dem Nachweis des Durchziehens der Gosauablagerungen.

Am Südrande der Lechtaler Alpen wurden scharf transgredierende Ablagerungen als »Eisenspitzbreccien« beschrieben und ihre weite Verbreitung festgestellt.

Dieselben Breccien finden sich nun auch in der Davenna-Gruppe und weiter im Rätikon.

In den Lechtaler Alpen treten bekanntlich außer den Gosauablagerungen noch die älteren, cenomanen Kreideschiefer auf.

Dieselben treten unverändert auch in das Rätikon-Gebirge über und bilden die Kerne der hohen Mulden von Zimba und Scesaplana.

In der Scesaplana-Mulde liegen diese Kreideschiefer noch in voller Mächtigkeit und streichen in die Luft mit Südwestweisung aus.

Die Aufnahmen im Gauer- und Gampodelztal haben endlich zu der Einsicht geführt, daß auch das Krystallin selbst aus zwei Schubmassen besteht, wie es bereits M. Richter angenommen hatte.

Die tiefere krystalline Schuppe steht mit der Grauwackenzone in Verband und trägt einen Sedimentmantel von Trias-Jura-Kreide. Sie wird von O her durch eine weit mächtigere Krystallinmasse überschoben, welche viel tiefer erodiert ist und keinen Sedimentmantel mehr besitzt. Alle diese Verhältnisse enden nicht im Rätikon, sondern weisen deutlich genug auf Fortsetzungen im SW oder S hin.

Daher war mein Plan, diese Fortsetzungen aufzusuchen und den ganzen Westrand der Ostalpen auf diese Fragen hin zu prüfen. Wegen der großen Ausdehnung des Gebietes konnte ich im Herbst 1932 nur einen Teil dieser Aufgabe lösen.

Darüber soll im folgenden Bericht erstattet werden.

Das Rätikon-Gebirge bricht mit gewaltiger Steilmauer gegen die weite Lücke des Prättigaus ab, deren niedrige Höhen von den Gesteinen der Bündnerschiefer aufgebaut werden.

Erst südlich davon erheben sich wieder Berge von ähnlicher Beschaffenheit wie im Rätikon.

Auf den Rat von Joos Cadisch begann ich hier meine Arbeit in dem Gebiet der Lenzerheide. Diese prächtige, alte Talform zieht von N nach S. Im W wird sie von den sanften Hängen der Bündnerschiefer begleitet, im O ragen darüber die kühnen Berggestalten des Ostalpenrandes auf. Die Moränen der Schlußvereisung steigen von beiden Seiten in die Talfurche der Lenzerheide herab.

Von den Schweizer Geologen sind nur die obersten Wälle als Moränen, alle tieferen dagegen als Bergstürze kartiert worden.

Zunächst beschäftigte mich hier die Fühlungsnahme mit den Gesteinen der Falknisdecke und der Arosazone. In der Arosazone begegnete ich vielfach denselben Breccien und Sandsteinen, die ich im Rätikon als Gosauschichten erkannt hatte.

Sie sind von den Schweizern als »Saluver Kreide« bezeichnet worden.

Dieser Name wurde von H. P. Cornelius eingeführt, welcher zuerst die Bedeutung der Gosauablagerungen am Westrande der Ostalpen voll erkannt hat.

Ein Gegenstand weiteren Studiums war dann die Einschaltung des Krystallins des Parpaner und Aroser Rothorns in den Ostalpenrand.

Dieselbe ist hier sehr gut aufgeschlossen.

In der Schweiz ist es üblich geworden, diese Einschaltung von Silvrettakrystallin als eine Einwicklung zu bezeichnen.

Ich hatte den Eindruck, daß dieser Ausdruck die Mechanik der Einschaltung nicht richtig trifft.

Soweit ich unter Führung von Blatt »Lenzerhorn« der neuen geologischen Karte von Mittelbünden sehen konnte, liegt das Krystallin hier aufrecht und wird in seinem Hangenden von Grauwackenzone-Verrucano-Buntsandstein eingedeckt.

Die Krystallinschuppe ist auf die sogenannte Tschirpendecke aufgeschoben und wird selbst von der Aroser Dolomitendecke überfahren.

Es liegt also ein Schubkeil vor.

Nach dem Umriß dieses krystallinen Keiles ist derselbe in die Richtung SW-NO eingereiht. An seinem Südende ist er aber in mehrere kleinere Keile zerlegt, die offenbar in der Richtung von O gegen W eingeschuppt sind.

Was nun die Richtung der Bewegungen am Ostalpenrande betrifft, so ist bereits auf Blatt »Arosa« der geologischen Karte von Mittelbünden die wichtige Feststellung gemacht, daß an diesem Rande im Gebiete von Ochsenberg—Alpstein—Gürgaletsch—Tälifluh eine vierfache Aufschuppung in der Richtung von O gegen W vorhanden ist.

Prächtige Aufschlüsse der Wirksamkeit verschiedener Bewegungsrichtungen enthält auch der landschaftlich und geologisch wunderbare Aufbau des Lenzerhorns.

Der gegen NW schauende Kamm, über welchen der gewöhnliche Aufstieg leitet, zeigt eine mehrfache Verschuppung von Krystallin mit Trias und Jura, wie sie in Heim's Geologie der Schweiz auf Tafel 33 *A* prächtig abgebildet erscheint.

Die Bewegungsrichtung ist von SO gegen NW: wie es dem Hauptstreichen der ganzen Aroser Dolomiten entspricht.

Vom Gipfel des Lenzerhons streicht der Verbindungskamm zum Piz Linard genau südlich.

Die hohe Steilwand von Lenzerhorn—Piz Linard gegen die Tiefe der Lenzerheide ist rein gegen W gewendet.

Hier findet man nun im Absturz des Piz Linard bei der Steilstufe von Scasaloirs außerordentlich lebhafte Faltungen in den Raibler Schichten. Sie sind ganz gegen W gerichtet.

Vergleicht man die Nordseite des Lenzerhorns mit der Westseite von Piz Linard, so ergibt sich ohne weiteres, daß die Lebendigkeit der Bewegung gegen W hier jene gegen N oder gegen NW wesentlich übertrifft.

Es ist nicht wahrscheinlich, daß die gegen NW und die gegen W gerichteten Verfaltungen und Verschuppungen zu einem und demselben Vorgang gehören.

Viel wahrscheinlicher scheint mir die Annahme, daß hier ein jüngerer Westschub vorliegt, welcher die Bauwerke der älteren Bewegungsrichtungen verschleppt hat.

Die Aroser Dolomiten werden von derselben Streichrichtung von SW gegen NO beherrscht wie weiter im N die Lechtaldecke des Rätikons und weiter im S die Ducan-Gruppe.

Hier liegt eine tektonische Großregelung vor.

Dieselbe Großregelung hat auch die Schrägstellung der Achse des Engadiner Fensters bewirkt.

Wenn man noch weiter ausgreift, so erkennt man, daß diese riesige Schrägstellung der Hauptbauelemente mit der großen

Abknickung der Alpen zwischen Rhein und Etsch zusammenhängt. Diese großmächtige Knickung hat aber erst den schon gefalteten Alpenstrang ergriffen. Im Bereiche der Knickung sind so die Bauwerke einer ursprünglich von S gegen N gerichteten Bewegung in eine schräge Stellung umgeleitet worden.

Im Rätikon-Gebirge hat sich aber herausgestellt, daß auch diese Schrägstellung noch von einer jüngeren Schubbewegung deformiert wurde, die von O gegen W gerichtet war.

Für diese junge O-W-Bewegung habe ich insbesondere in der Umgebung von Bergün schöne Beweisstellen angetroffen.

Bergün liegt am Nordfuß der stolzen Piz d'Aela-Gruppe in einer Mulde von Liasfleckenmergeln. In diese Muldenform sind nun von O her zwei Keile von Krystallin eingeschoben, deren Stirnen noch von ihren normalen Sedimentmänteln umhüllt erscheinen.

Der südliche krystalline Keil bildet den Kamm Piz da Darlux-Cima da Tisch. Er erhebt sich zwischen Val Tuors im N, Val Tisch im S und Val Plazbi im O. Im W stößt er in das Becken von Bergün vor.

Nach der geologischen Karte »Blatt Bergün« und eigenen Begehungen besitzt dieser Krystallinkeil eine sehr merkwürdige Form. Das Krystallin bildet ein gegen W zugespitztes Gewölbe, das auf drei Seiten von seinem Sedimentmantel umhüllt wird, der dabei von N, S und W unter den Krystallinkern einfällt.

Diese Lagerungsform läßt sofort den Schluß zu, daß hier ein Bauwerk mit zwei- oder sogar dreifachem Baustil vorliegt.

Zumindest wurde ein Gewölbe von ostwestlichem Streichen später als Keil gegen W vorgestoßen, seitlich gepreßt und mit einer sekundären Stirne versehen.

Der nördliche krystalline Keil bildet die breitgerundete Erhebung von Cuolm da Latsch. Derselbe ist gegen W zu nicht so scharf zugespitzt wie der oben besprochene südliche Keil.

Seine Einschiebung in die Liasmulde von Bergün ist zu beiden Seiten des Bergüner Steins prächtig offengelegt.

Der Bergüner Stein schließt das Becken von Bergün gegen N zu ab und wird von der großartigen Schlucht der Albula durchbrochen. Er besteht aus einem Gewölbe von Hauptdolomit, das von Kössener Schichten und Liasschiefern bedeckt erscheint.

Auf der Ostseite des Bergüner Steins lagern die Gneise des Cuolm da Latsch unmittelbar auf den Liasschiefern, auf der Westseite besteht die Auflagerung von unten nach oben aus Porphyr-Verrucano-Buntsandstein und der übrigen Trias bis zu den Raibler Schichten. Wir haben also den normalen Sedimentmantel zu dem Gneiskeil von Cuolm da Latsch, welcher hier zu einer gegen W schauenden Stirne eingerollt und auf die Liasschiefer vorgestoßen wurde.

Es ist nun von Interesse, daß zwischen den Liasschiefern des Bergüner Steins und der Schubstirne des Cuolm da Latsch ein offenbar an der Schubbahn mitgeschleppter Fetzen von Rauhwacken und Gips der Raibler Schichten liegt.

Derselbe ist in der Schlucht Laviner Trig vorzüglich erschlossen.

Hier kann man auch die Auflagerung der Rauhwacken auf die Liasschiefer sehr deutlich beobachten.

Die Einschiebung des Gneiskeiles von Cuolm da Latsch samt seiner mächtigen Sedimentstirnung beherrscht das ganze Gebiet an der Nordseite von Piz d'Aela—Tinzenhorn—Piz Michèl.

Dabei ist die ganze Piz d'Aela-Zone, welche im allgemeinen ostwestlichem Streichen gehorcht, ebenfalls gegen W vorgestoßen worden. Dies geht daraus hervor, daß sich die Schichten im Piz Michèl steil gegen die tiefe Furche des Oberhalbsteiner Tales niederbeugen.

Außerdem liegt aber jenseits dieses Tales als unverkennbare Fortsetzung von Piz Michèl die isolierte Schubmasse von Piz Toissa, die deutlich eine gegen W schauende Stirneinrollung der Aela-Zone vorstellt.

Wie im Rätikon im Rellstale ist auch in der Mulde von Bergün die Einschiebung des Silvrettakrystallins in eine breite Erosionsfurche erfolgt.

Gneise-Grauwackenzone-Trias lagern unmittelbar auf Liasschiefern. Es fehlen hier alle jüngeren Schichten der Mulde, wie Hornsteinkalke, Aptychenkalke, Kreideschichten.

Dieselben sind nicht tektonisch entfernt, sondern einfach vor der Einschiebung bereits abgetragen worden. Die beiden hier in ihrem Vorstoß gegen W beschriebenen Gneiskeile gehören zum Westrand der riesigen Silvrettamasse und zum Sockelgerüst der Ducan-Gruppe.

Diese letztere besteht aus dem Sedimentmantel des Silvrettakrystallins, welcher hier von der Grauwackenzone bis zu den Kössener Schichten emporreicht. Dabei ist die untere und mittlere Trias in der Ducan-Gruppe besonders reich und mächtig entwickelt.

Die ganze Sedimentzone der Ducan-Gruppe streicht schräg von SW gegen NO und erscheint zu einer höchst einseitigen Mulde verbogen.

Während der südöstliche Flügel eine mächtige umfangreiche Trias zeigt, hat der nordwestliche Flügel nur einen kümmerlichen Bestand.

Die Verarmung wurde aber zur Hauptsache durch tektonische Kräfte, durch Abscherungen beim Vorschub der Mulde erzeugt.

Bei diesem Vorschub wurden die Liegendschichten teils zerrissen, teils abgeschert.

Die enorme Ungleichseitigkeit der Ducan-Mulde kann nur bei einer Verschiebung infolge der Reibung an der Fahrbahn entstanden sein. An der Nordwest- und Westseite ist die Mulde der Ducan-Gruppe in klarer Weise auf das hier vorliegende Krystallin aufgeschoben.

Sehr schön ist diese Aufschiebung an der Ostseite des Cuolm da Latsch zu verfolgen. Hier biegen die Raibler Schichten und der Hauptdolomit aus ihrer Schrägstellung plötzlich scharf gegen S ab und sind zugleich auf die Gneise von Cuolm da Latsch aufgefahren.

Der Vorstoß in der Richtung von O gegen W ist auch hier deutlich jünger als die Schrägstellung, welche er ja an ihrem Westende scharf deformiert hat.

In der Ducan-Gruppe glaubte A. Spitz ebenso wie in den Unterengadiner Dolomiten richtige gegen W gekehrte Bogenfaltung »rätische Bögen« zu erkennen.

A. Heim hat in seiner Geologie der Schweiz dieser Deutung widersprochen und die Bogenformen auf die Wirkung von sich kreuzenden Bewegungsrichtungen zurückgeführt.

Meine Erfahrungen führten in der Ducan-Gruppe zu einer Bestätigung der Auffassung von A. Heim. Hier wurde nur eine schon ältere großzügige Schrägregelung durch jüngeren O → W-Stoß an den Stoßrändern etwas gegen S zu abgebogen.

Die Aufschiebung der Sedimentzone der Ducan-Gruppe gegen W ist nicht auf das Krystallin des Cuolm da Latsch beschränkt, sie tritt auch noch auf das Krystallin des Stulsergrates über.

Raibler Schichten und Hauptdolomit des Bühlenhorn sind in ziemlich steiler Fahrbahn auf das Krystallin des Stulsergrates westwärts aufgefahren.

Ebenso wie beim Cuolm da Latsch dürfte die heutige Fahrbahn eine ursprüngliche Erosionsfläche gewesen sein.

Soweit ich gesehen habe, werden die Gneise von dieser Fläche schräg abgeschnitten.

An der Nordseite des Stulsergrates stellt sich eine zweimalige Einfaltung des Sedimentmantels in das Krystallin ein.

Die obere Einfaltung ist im Gehänge der Muchetta prachtvoll enthüllt.

In die untere Sedimentmasse ist die tiefe und wilde Landwasserschlucht eingeschnitten. Sie eröffnet große Aufschließungen in den Raibler Schichten und liefert prächtige Bewegungsbilder eines lebhaften Schubes von O gegen W.

Besonders schön sind dieselben gegenüber von Station Wiesen entwickelt.

An der Nordseite der Landwasserschlucht erhebt sich der mächtige Alteinberg.

Er bildet ähnlich wie die Ducan-Gruppe eine Mulde von schroffer Einseitigkeit mit einer Schar von Abscherungsflächen. Ein Teil dieser Scherflächen vermittelt nicht Verschiebungen von SO gegen NW, sondern solche von O gegen W.

Dies gilt besonders von jener Scherfläche, welche den steilgestellten Südflügel von dem weit flacheren Nordflügel der Alteinmulde trennt.

Die Zerscherung ist hier im Bereiche der Alteinmulde in zwei Richtungen prächtig erschlossen. Sie tritt immer dort ein, wo ein bereits gefaltetes Baustück älteren Stiles in eine neue Lage gebracht wird. Dabei ist hier die ganze Trias über mächtigen Porphyrmassen der Grauwackenzone vorgewandert.

In der weiten Landschaft um Davos kommt das Vordringen des Silvrettakrystallins sehr wirkungsvoll zur Geltung. Wie man auf der schönen neuen Karte von Mittelbünden leicht verfolgen kann, springt der Schubrand des Krystallins in einer Reihe von Ecken immer wieder von O gegen W zu vor. Das ist keine Zufälligkeit der Erosion, sondern der Ausdruck einer relativ jungen Bewegungsphase, welche das Silvrettakrystallin in Teilstücken hier ungleich weit vorgestoßen hat.

Prachtvoll ist da im Gebiete von Weißfluh und Casanna der gegen W gerichtete Aufschub des Krystallins über den Serpentin der Todtalpe und dieses Serpentins auf Hauptdolomit zu sehen, welcher mit Jura und Kreide innig verfaltet und verschuppt ist.

Auch im Gebiete der Weißfluh ist das gegen W betonte Bewegungsspiel viel lebendiger als das gegen NW oder N gerichtete.

Es ist dasselbe gegenseitige Verhältnis der tektonischen Lebendigkeiten, wie es hier schon vom Lenzerhorn beschrieben wurde.

Das Mienenspiel der Westbewegungen ist eben wegen seiner Jugendlichkeit ausdrucksvoller als jenes der älteren Nordwest- oder Nordbewegungen.

Faßt man die Ergebnisse dieser Reise kurz zusammen, so kann man sagen, daß vom Rätikon bis ins Engadin an der Westgrenze der Ostalpen kein einziges tektonisch einheitliches, geologisches Bauwerk zu finden ist.

An den meisten Bauformen lassen sich wenigstens zwei, meist aber drei verschiedene Baustile unterscheiden, wobei ich hier von den vortriadischen Bauperioden völlig absehe.

Von diesen drei Baustilen ist der älteste erkennbar bedingt durch mächtige Bewegungen von S gegen N.

Die Hauptanordnungen des Deckenbaues gehen auf diese Bewegungsrichtung zurück.

Der nächst jüngere Baustil ist durch eine weit ausgreifende Abbiegung der ostwestlichen Streichelemente begründet.

Durch diese Abbiegung oder Knickung ist eine machtvolle Schrägstellung und Schrägregelung herbeigeführt worden.

Der jüngste Baustil erhielt endlich sein Kennzeichen durch eine kräftige Bewegungsflut, die von O gegen W drängte und die Ostalpen näher an die Westalpen heranbrachte.

Diese O—W-Bewegung hat alle Decken von unten bis oben durchdrungen und in ihren Schwung eingespannt.

Die bewegte Masse wurde dabei sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung in zahlreiche Teilstücke zerlegt, welche verschieden weite Märsche ausgeführt haben. Da die O—W-Bewegungen das jüngste tektonische Ereignis dieser Reihenfolge bedeuten, sind seine Stilformen auch am besten erhalten. Anderseits sind dieselben aber auch durch die zwei älteren Stilarten kräftig beeinflußt.

In diesen gewaltigen tektonischen »Dreiklang« der Ostalpengrenze hat aber die Erosion und Sedimentation mithelfend und störend eingegriffen.

Die cenomanen Kreideablagerungen spielen im Rätikon noch eine ziemlich wichtige Rolle. Ob sich dieselben auch noch weiter südwärts verfolgen lassen, entzieht sich zur Zeit meiner Einsicht.

Die Erkenntnis der am Ostalpenrande noch vielfach vorhandenen Gosauablagerungen ist vor allem ein Verdienst von H. P. Cornelius. Ich konnte die Gosauablagerungen der Lechtaler Alpen mit jenen des Rätikons verbinden.

Durch das Eingreifen der Erosion zwischen die Bewegungsphasen wurden die Vorbedingungen für die Auslösung von Reliefüberschiebungen geschaffen.

Insbesondere sind die von O gegen W gerichteten Vorstöße sowohl im Rätikon wie auch weiter südlich als prächtige Einmärsche von alten Gesteinsmassen in tiefgeschnittene Reliefe des Untergrundes zu erkennen.

Auch südlich vom Rätikon wird die Gesteinswelt des Ostalpenrandes von der Gruppierung Altkrystallin der Silvrettamasse-Grauwackenzone-Trias-Jura-Kreide beherrscht.

Das Krystallin ist hier öfter und weitreichender mit seinem Sedimentmantel verschuppt als im Rätikon.

Im Rätikon ist eine tiefere Schuppe des Krystallins vorhanden, welche mit ihrem Sedimentmantel verknüpft erscheint. Diese untere Schuppe wird von einer höheren überschoben, welche keinen Sedimentmantel mehr besitzt.

In den von mir besuchten südlicheren Randteilen der Ostalpen habe ich nur Vertretungen der unteren Schuppe des Silvrettakrystallins getroffen. Das Silvrettakrystallin ist mit seinem Sedimentmantel noch an vielen Stellen verbunden. Die Schweizer Geologen haben die verschiedenen Schuppen dieses Sedimentmantels als einzelne getrennte Decken aufgefaßt.

Mir scheint eine solche Trennung doch zu weitgehend. Die Ausbildung der Schichtfolge zeigt in den einzelnen Teilschuppen hier auch keine größeren Unterschiede als sie bei den verschiedenen Teilschuppen der nördlichen Kalkalpen eben die Regel sind.

Die Decken der nördlichen Kalkalpen sind nach meiner Einsicht wenigstens zum Teil von ihrem krystallinen Sockel abgeglitten. Es ist nun von Interesse zu sehen, daß auch am Westrande der Ostalpen die heute noch erhaltenen Stücke des Sedimentmantels von ihrem krystallinen Sockel durch Gleitflächen getrennt werden.

Alle Teilstücke sind nach ihrer Struktur gegen ihren Krystallinsockel verschoben. Sogar die Mulden zeigen die Spuren von ungleichmäßiger Abwetzung ihrer Sohlen. Sie tragen Abschleifstrukturen zur Schau.

Besonders schön ist dies an den Mulden der Ducan-Gruppe und des Alteinberges zu verfolgen.

Der Leser dieses Aufsatzes wird sich nun fragen, in welchem Verhältnis die hier vorgelegten Beobachtungen und Folgerungen zu den Lehrmeinungen der Deckentheorie stehen. Man kann wohl Rudolf Staub als den heutigen Wortführer des Nappismus und sein 1924

erschienenes Werk »Bau der Alpen« als den klarsten Ausdruck dieser Deutung des Alpenbaues bezeichnen. Niemand hat die Methoden der Deckentheorie vor ihm so gleichmäßig und mit soviel eigener Einsicht über das ganze weite Gebiet der Alpen ausgebreitet. Schwung und Eleganz der Profile sind unübertrefflich und verführerisch.

Von allen seinen Alpenprofilen sind gerade diejenigen, welche in der Nähe der Ostalpengrenze liegen, die aller kompliziertesten. Die tektonischen Verhältnisse vereinfachen sich von dieser Zone sowohl gegen O als auch gegen W und S.

Die Profile sind nach meiner Einsicht insofern überkompliziert, als darin nicht nur die wirklich in der Profilrichtung ausgeführten Bewegungen, sondern auch diejenigen, welche schräg oder quer zu dieser Richtung erfolgten, in dasselbe Bewegungsbild mitverwoben erscheinen.

Außerdem sind die zwischen den Bewegungsphasen liegenden Erosionseinschnitte noch nicht berücksichtigt, welche überall zur Entstehung der Reliefüberschiebungen geführt haben.

Die Profile sind in Wirklichkeit weder mechanisch, noch auch zeitlich einheitlich.

Wären die Alpen ein mechanisch einheitliches Bauwerk, so würde die tektonische Auflösung ihrer Bildung keine besonderen Schwierigkeiten bereiten.

Die Schwierigkeiten liegen zum großen Teil in ihrer mechanischen Vielfältigkeit und Ungleichartigkeit, in dem Übereinander und Nebeneinander verschiedener Baustile.

Versucht man das ganze Detail in ein Bewegungsbild hineinzudrängen, so wird dasselbe unnatürlich und unverständlich.

Für das Grenzgebiet von Ost- und Westalpen sind schon mehrere Versuche gemacht worden, die hier vorhandenen Lagerungen auf eine einheitliche mechanische Formel zu bringen.

Ich erwähne hier vor allem den großzügigen Versuch von A. Rothpletz, die Auflösung der Komplikationen durch die Annahme von zwei von O gegen W übereinandergeschobene Schubmassen (rhätische Überschiebungen) herbeizuführen. Dieser Versuch ist an der Nichtbeachtung und Vergewaltigung zahlreicher entgegenstehender Befunde gescheitert.

Dasselbe gilt von dem Versuche von H. Mylius, mit einer Reihe von kleinen, verschieden gerichteten Schubbewegungen in der Erklärung das Auslangen zu finden.

Wenn sich diese Versuche auch dem mächtigen Wachstum des Aufnahmsdetails gegenüber als ganz unzureichend erwiesen haben, so darf man doch auch ihren Wahrheitsgehalt nicht übersehen.

In diesen Fehler ist der Nappismus verfallen, welcher alle Komplikationen restlos auf dem Wege von vielfachen Überfaltungen und dazu nötigen riesigen Ausquetschungen zustande kommen läßt.

Demgegenüber ist festzuhalten, daß die Möglichkeit besteht, die großen Verfrachtungen in der Richtung von S gegen N auf große

Abgleitungen zurückzuführen. Damit entfällt die ganze unüberwindbare Schwierigkeit der Wurzelmechanik.

Weiter ist damit zu rechnen, daß die in den Ostalpen ostwestlich streichenden Wanderzonen in unserem Grenzbereiche eine gewaltige Verbiegung erlitten haben. Durch diese Abbiegung wurde eine Schrägregelung herbeigeführt, welche auch heute noch vielfach deutlich erkennbar ist.

Endlich griffen Bewegungen in der Richtung von O gegen W zu ein, die ihr ganzes Wirkungsfeld in Streifen und Keile zerlegten, die ungleich weit vorgetrieben wurden.

Diese Vorstöße sind als jüngste Ereignisse besonders gut erhalten. Die Vorstöße selbst stellen sich als Reliefüberschiebungen dar. Ihrem Eingreifen ist eine kräftige Erosion vorausgegangen.

Ich bin nicht der Meinung, mit diesem Dreiklang von verschiedener Bewegungsart die Summe der tektonischen Ereignisse am Westrande der Ostalpen erschöpft zu haben.

Es sind dies nur vielleicht die wichtigsten tektonischen Vorgänge.

Ebenso interessant wie die verschiedenen Bewegungen sind aber auch die denselben vorangehenden und nachfolgenden Erosionen und Sedimentationen. Die in den nördlichen Kalkalpen bedeutungsvollen Erosionen und Sedimentationen von Cenoman und Gosau haben auch den Westrand der Ostalpen betroffen.

Durch das Eingreifen der Erosion wurde die nachfolgende Tektonik nach den Gesetzen der »Kerbwirkung« entscheidend beeinflußt. Das ist am ganzen Westrand der Ostalpen klar zu sehen.

Durch die Beachtung der Kerbwirkung läßt sich der viel zu hohe Betrag an Ausquetschung, welchen die nappistischen Profilkonstruktionen erfordern, ebenso stark vermindern, wie durch die Herausschälung der Ostwestrichtungen.

Es wird so zu einer schönen Aufgabe der Weiterforschung, den Umfang und die Wirksamkeit der verschiedenartigen tektonischen Baustile aus dem Gesamtbild der Alpen herauszulösen.

---